



*Institut de Recherches Agronomiques Tropicales
et des cultures vivrières*

*Département du Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)*

RAPPORT DE MISSION D'APPUI A LA DRA

du 4 au 14 février 1986

SYNTHESE DES RESULTATS DES ESSAIS PHOSPHATES DU TOGO

BRUTS ET PARTIELLEMENT ATTAQUES DE 1983 A 1985

par Binh TRUONG

RAPPORT DE MISSION D'APPUI A LA DRA

du 4 au 14 février 1986

SYNTHESE DES RESULTATS DES ESSAIS PHOSPHATES DU TOGO

BRUTS ET PARTIELLEMENT ATTAQUES DE 1983 A 1985

par Binh TRUONG

P L A N

I INTRODUCTION

II ESSAIS PHOSPHATES

- 2.1. Attaque partielle
- 2.2. Essais en stations
- 2.3. Essais en milieu paysan
- 2.4. Résultats de la DRA
- 2.5. " de l'IRCT
- 2.6. " de la SOTOCO
- 2.7. Conclusion partielle

III EXTENSION DES ESSAIS

- 3.1. Traitements
- 3.2. Essais en stations
- 3.3. Essais en milieu paysan

IV APPUI ANALYTIQUE, RELATION AVEC L'INS

V RECOMMANDATIONS

I INTRODUCTION

Cette mission a été effectuée à la demande de la Direction de la Recherche Agronomique (DRA), du 4 au 14 février 1986, et avait pour objectifs:

- apporter un appui au programme de fertilisation de la DRA, en particulier au nouveau projet IMPHOS 1986 ;
- faire le point des essais phosphates partiellement attaqués, initiés en 1983, en stations et en milieu paysan ;
- prendre contact avec les Autorités et Organismes concernés par le projet phosphate.

Elle a suivi le calendrier suivant :

Mardi 4 février

- Contact avec la DRA : MM. AITHNARD, NGUYEN VU, SARAGONI
- Contact avec la DRDR : Mme GNINOFOU, M. WARNANT
- Contact avec la Mission de Coopération : MM. MAIRE, DADOUCHE
- Séance de travail DRA-IRAT : M. LATRILLE

Mercredi 5 février

- Etude du programme Fertilisation de la DRA : MM. SARAGONI, LATRILLE
- Contact avec le BRGM : M. LE JONCOURT

Jeudi 6 février

- Séance de travail avec le SAFGRAD : M. RENEAUD
- Contact avec le Service des Engrais : MM. DOE, OGOUTAN, ZOGNRAH

Vendredi 7 février

- Exposé sur les phosphates naturels à la DRA
- Discussion et élaboration du protocole d'expérimentation du projet IMPHOS : M. SARAGONI

Lundi 10 février

- Contact avec l'Institut National des Sols :
MM. ALLAGLO, PINTO, TOSSAH, DENANYOH, YAWOVI, KPOMBLEROU
- Contact avec l'ORSTOM : M. BLOT
- Contact avec le FED : M. NICOLAS

Mardi 11 février

- Visite à l'OTP : MM. MORAITIS, MUKAILA

Mercredi 12 février

- Visite à l'IRCT (ANIE) : MM. DOSSOU, DOUTI
- Visite à SOTOCO (ATAKPAME) : MM. AGOSSOU, AFODA, LARE

Jeudi 13 février

- Réunion d'information DRA-INS
- Contact avec la Société d'Electricité du BENIN

Vendredi 14 février

- Réunion de synthèse
- Visite à M. KAMBIA, Directeur Général du Développement Rural.

Cette mission s'est déroulée dans d'excellentes conditions d'organisation, déplacement, contact, et je ne saurais assez remercier toutes les personnes rencontrées qui m'ont réservé un accueil toujours amical et des discussions très instructives, en particulier, MM. DOSSOU, AGOSSOU, RENEAUD, qui m'ont communiqué l'ensemble des résultats agronomiques.

Enfin, je voudrais que M. NGUYEN VU accepte, malgré sa discrétion, l'expression de ma gratitude pour l'intendance et les conseils toujours judicieux.

II LES ESSAIS PHOSPHATES PARTIELLEMENT ATTAQUES

Dès l'ouverture des gisements de phosphate (HAHOTOC en 1960 et Kpogame en 1973), des travaux sur l'utilisation directe de ce phosphate en agriculture ont été menés au TOGO et dans les pays limitrophes. Il en ressort deux contraintes majeures pour la vulgarisation :

- L'effet immédiat sur les cultures est faible, d'où nécessité de fortes doses, sauf dans certains sols très acides et carencés en phosphore.

- La grande pulvérulence du produit rend son transport difficile et l'épandage aléatoire.

Pour répondre à ces préoccupations, un programme coordonné a été lancé le 8 mars 1983 à l'initiative du FED et regroupant la DRA, la SOTOCO, l'IRCT, l'IRAT, et prévoyait les étapes suivantes :

- traitement des phosphates : l'attaque partielle devrait améliorer l'effet immédiat et permettre la granulation tout en maintenant le coût à un niveau acceptable ;

- essais agronomiques en stations pour avoir des références techniques, et en milieu paysan pour avoir des résultats représentatifs à l'échelle des régions ;

- étude de faisabilité pour l'implantation d'un atelier de fabrication d'engrais adaptés aux besoins du TOGO.

2.1. Attaque partielle

Les études de mise au point des conditions d'attaque ont été menées à Montpellier (CIRAD), St Malo (TIMAC) et à Abidjan (SIVENG).

Elles consistaient à varier les quantités d'acide, les dilutions d'acide, la nature des acides, les températures d'attaque, les temps de mûrissement ... pour obtenir des produits efficaces (solubilité dans l'eau élevée) aux moindres coûts (économie d'acide et d'énergie).

Le taux d'attaque représente le pourcentage d'acide sulfurique utilisé par rapport à la quantité nécessaire pour fabriquer le supersimple.

A la suite de ces travaux, un certain nombre de produits ont été envoyés au TOGO (voir Tableau 1) pour expérimentation, y compris le phosphate naturel brut granulé avec de l'eau chaude.

TABLEAU 1

CARACTERISTIQUES DES PHOSPHATES UTILISES

Teneurs Phosphates	% en éléments totaux			% P ₂ O ₅ Soluble		% d'attaque par rapport au super- simple
	P ₂ O ₅	CaO	S	eau	eau et citrate	
Naturel brut	36,56	51	0,14	0	0	0
Partiellement attaqué SIVENG	22,49	28	7,04	8,75	10,24	61 % sulfurique
Partiellement attaqué TIMAC N°3	27,14	34	7,25	10,78	12,02	50 % sulfurique
Partiellement attaqué TIMAC N°4	31,14	39	4,12	5,75	7,29	25 % sulfurique
Partiellement attaqué TIMAC N°6	28,97	36	8,05	14,37	16,51	68 % mixte dont 88 % sulfurique 12 % phosphori- que

2.2. Essais en stations

Ils ont été installés dans 4 stations :

- BROUKOU, par la DRA, dans le cadre du projet FED Kara
- KADJALLA et KABOU, par l'IRCT
- TOAGA, par le SOTOCO

L'objet a été de comparer les différentes formes de phosphates à la même dose, avec un complément NKS uniforme.

N	=	60 unités/ha
P ₀₅	=	30 "
K ₂ O	=	27 "
S	=	10 "

Les essais sont disposés en blocs de Fisher avec 6 répétitions. Les résultats sont rassemblés dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

ESSAIS PHOSPHATES EN STATIONS - RENDEMENTS EN KG/HA

STATIONS	BROUKOU			KADJALLA		KABOU		TOAGA
CULTURES	1983 Maïs	1984 Maïs	1984 Arachide	1983 Coton	1984 Maïs Effet rési- duel	1983 Coton	1984 Maïs Effet rési- duel	1984 Arachide
T ₁ - Témoin NKS sans P	568	1 113 c	2 443 c	781	594 e	1 655	3 286	1 421
T ₂ - P naturel pulvérulent	361	1 153 c	2 638 bc	844	723 de	1 417	3 024	1 463
T ₃ - P naturel granulé	434	1 255 c	2 543 bc	826	732 de	1 467	3 119	1 391
T ₄ - P part. attaqué à 25%	700	1 803 b	2 240 c	1 089	835 cd	1 560	3 310	1 508
T ₅ - P part. attaqué à 50%	953	1 895 b	3 123 a	1 357	1 018 bc	1 719	3 452	1 854
T ₆ - P part. attaqué à 61%	690	2 078 ab	2 941 ab	1 281	1 196 b	1 619	3 524	1 508
T ₇ - P soluble	467	2 440 a	3 116 a	1 902	1 509 a	1 860	3 690	1 554
Moyenne générale	596	1 676	2 720	1 154	943	1 613	3 343	1 528
Signification	N.S.	H.S.	H.S.	N.S.	H.S.	N.S.	N.S.	N.S.
CV %		21	14		15			

Beaucoup d'essais (5 sur 8) n'ont pas donné des différences significatives entre traitements. La sécheresse et l'attaque de virose en 1983 ont certainement influencé ces résultats, mais la fertilité naturelle de certains sols a aussi empêché l'expression des traitements.

Sur les essais significatifs, on constate que :

- le phosphate naturel pulvérulent ne marque pas, ni le phosphate naturel granulé ; on ne peut donc conclure sur un éventuel effet de la granulation ;
- le phosphate soluble est toujours significativement supérieur au témoin, de même que les phosphates attaqués à 61 % et à 50 % ;
- le phosphate attaqué à 25 % est supérieur au témoin dans 2 cas sur 3 ;
- le phosphate attaqué à 61 % est équivalent au phosphate soluble dans 2 cas sur 3 ;
- en moyenne, les coefficients d'efficacité par rapport au phosphate soluble s'établissent à :

. 39 %	pour le phosphate attaqué à 25 %
. 69 %	" " 50 %
. 71 %	" " 61 %

Les coefficients d'efficacité sont calculés selon la formule suivante :

$$\text{Coeff. Eff.} = \frac{\text{P naturel} - \text{Témoin}}{\text{P soluble} - \text{Témoin}} \times 100$$

En résumé, les essais en stations ont montré que les phosphates partiellement attaqués sont plus efficaces que les phosphates bruts, que les coefficients d'efficacité sont respectivement supérieurs aux taux d'attaque. Ces produits pourraient donc remplacer avantageusement les phosphates solubles.

2.3. Essais en milieu paysan

Ils ont été installés dans les régions des Savanes et de Kara par :

- la DRA-SAFGRAD avec une succession culturale : céréales (maïs ou sorgho) - arachide - coton ;
- l'IRCT, avec Coton et suivi d'un effet résiduel sur vivrier ;
- la SOTOCO-IRAT, avec la même succession que la DRA : céréales (maïs ou sorgho) - arachide - coton.

TABLEAU 3

NOMBRE DE POINTS D'ESSAIS PREVUS

OPERATEURS	BASES DE	ROTATIONS CULTURALES			
	CULTURES	1983	1984	1985	1986
DRA - SAFGRAD	Maïs	5 - Maïs	5 - Arachide	5 - Coton	
			5 - Maïs	5 - Arachide	5 - Coton
			5 - Coton	5 - Maïs	5 - Arachide
	Sorgho	5 - Sorgho	5 - Arachide	5 - Coton	
				5 - Sorgho	5 - Arachide
				5 - Arachide	5 - Coton
SOTOCO-IRAT	Sorgho	16 - Sorgho	16 - Arachide	16 - Coton	
			16 - Coton	16 - Sorgho	16 - Arachide
			16 - Sorgho	16 - Arachide	16 - Coton
	Maïs	26 - Maïs	26 - Arachide	26 - Coton	
			26 - Coton	26 - Maïs	26 - Arachide
			26 - Maïs	26 - Arachide	26 - Coton
IRCT	Coton et effet résiduel sur vivrier	50 - Coton	50 - Vivrier		
			50 - Coton	50 - Vivrier	
				50 - Coton	50 - Vivrier
TOTAL = 758 points d'essais		102	246	256	154

Le Tableau 3 résume les différentes combinaisons. Le nombre de points d'essais est très élevé et devrait permettre une bonne représentativité des régions.

Les traitements mis à l'étude sont limités à 4 :

T ₁	=	Témoin absolu sans engrais
T ₂	=	Fumure vulgarisée avec un phosphate soluble
T ₃	=	" " " " " naturel brut
T ₄	=	" " " " " partiellement attaqué à 61 %

Les doses d'engrais varient selon les cultures :

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Arachide : 200 Kg/ha de Supersimple, soit :	0	36	0
Coton : 200 Kg/Ha de 15-25-15-5S-1,8 B	30	50	30
Céréale (DRA) : 100 kg/ha de 15-15-15			
+ 50 Kg urée	38	15	15
Céréale (SOTOCO) : 150 Kg/ha de 15-15-15			
+ 50 Kg urée	45	22	22

Les essais sont disposés en blocs dispersés, chaque paysan représente un bloc de 4 parcelles de 240 m² chacune, correspondant aux 4 traitements retenus.

Ce système est très souple pour l'installation en milieu paysan, ne comportant pas de répétitions sur le même site, mais il ne permet pas d'évaluer d'éventuelles interactions sites x traitements. Les conditions ne sont donc pas réunies pour effectuer des analyses de variances des données.

Cependant, compte tenu du nombre important de points d'essais, les différences entre traitements pourraient être significatives malgré la grande variabilité spatiale et les interactions éventuelles sites x traitements.

Avec ces réserves, une analyse de comparaison de moyennes est tentée à titre indicatif.

2.4. Résultats des essais DRA

Ils sont rassemblés dans le Tableau 4, et représentent des moyennes par plante, par région et par année.

On constate que les coefficients de variations sont relativement faibles pour ce genre d'essai, sans doute les blocs ont été installés sur des terrains assez homogènes, et la mise en place a été effectuée dans de bonnes conditions. En tout cas, c'est un excellent résultat.

Le phosphore marque dans 11 cas sur 12, ce qui confirme la carence en cet élément dans les sols des 2 régions concernées.

TABLEAU 4

DRA - ESSAIS PHOSPHATES EN MILIEU PAYSAN

RENDEMENTS EN KG/HA

ANNEES	1983				1984				1985			
Régions	Savanes: Kara		Savanes: Kara		Savanes: Kara		Savanes: Kara					
Cultures	Sorgho: Maïs	Arach.: Arach.	Maïs	Coton	Coton	Sorgho: Arach.	Coton	Maïs	Arach.			
T1 - Témoins	732 c:1 188 b:1 371 c:1	782 :1 808 c:1 060 b:1	862 d:	452 b:1 179 c:	768 c:1 275 b:1 435 c:							
T2 - P Soluble	:1 270 a:1 744 a:2 125 a:2	013 :2 516 b:1 753 a:1 870 a:	761 a:2 292 a:1 367 a:2 556 a:2	078 a:								
T3 - P Naturel	:1 030 b:1 735 a:1 683 b:1	778 :2 008 c:1 325 b:1 615 c:	550ab:1 884 b:1 168 b:2 136 a:1 745 b:									
T4 - P part. attaqué	:1 122 b:1 742 a:1 884 b:2	056 :2 984 a:1 646 a:1 748 b:	613ab:2 439 a:1 411a :2 421 a:2 022 a:									
Nombre de points d'essais	5 : 4 : 5 : 5 : 5 : 4 : 5 : 5 : 4 : 5											
Moyenne générale	:1 038 :1 602 :1 766 :1 907 :2 329 :1 446 :1 524 : 594 :1 948 :1 179 :2 097 :1 820											
C. V. %	: 7 : 14 : 9 : 11 : 12 : 13 : 3 : 18 : 9 : 10 : 15 : 7											
E.T.M.	: 32 : 115 : 71 : 95 : 126 : 89 : 29 : 49 : 81 : 53 : 160 : 61											
Signification	: H.S. : S : H.S. : N.S. : H.S. : H.S. : H.S. : S : H.S. : H.S. : H.S. : H.S.											

Les traitements affectés de la même lettre ne sont pas significativement différents par le test de DUNCAN.

TABLEAU 5

IRCT - ESSAIS PHOSPHATES EN MILIEU PAYSAN

RENDEMENTS EN KG/HA DE COTON GRAINE

ANNEES	1983		1984		1985	
Régions	Savanes	Kara	Savanes	Kara	Savanes	Kara
T1 - Témoins	915 c	611 c	786 d	536 c	809 d	511 c
T2 - P Soluble	1 702 a	1 183 a	1 426 a	1 051 a	1 415 a	916 a
T3 - P naturel	1 373 b	839 b	1 062 c	822 b	1 081 c	812 b
T4 - P part. attaqué	1 573 a	913 b	1 239 b	994 a	1 270 b	979 a
Nombre de points d'essais	24	22	24	23	24	25
Moyenne générale	1 391	887	1 128	851	1 143	804
C.V. %	21	21	18	23	13	18
E.T.M.	62	40	42	41	32	29
Signification	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.

Les traitements affectés de la même lettre ne sont pas significativement différents par le test de DUNCAN.

La hiérarchie des traitements semble respectée dans l'ensemble :

P soluble > P part. att. > P naturel,

mais le phosphate partiellement attaqué est équivalent au phosphate soluble dans 7 cas sur 10 et lui est supérieur dans 1 cas.

Le calcul des coefficients d'efficacité par rapport au phosphate soluble donne des moyennes suivantes :

	Sorgho	Maïs	Arachide	Coton
P naturel	43 %	61 %	50 %	58 %
P part. attaqué	62 %	122 %	90 %	93 %

Sauf le sorgho qui répond moyennement aux engrais, les autres cultures montrent que le phosphate partiellement attaqué est très proche du phosphate soluble.

2.5. Résultats des essais IRCT

Les résultats de l'IRCT présentent une régularité remarquable, d'une part, au point de vue rendement au cours des trois années et dans les deux régions, et, d'autre part, au point de vue variabilité et signification des essais.

Cette régularité est due sans doute au grand nombre de points d'essais qui intègrent les variations dans l'espace et le temps, et aussi à la qualité du travail des équipes de réalisation, ce qui permet de tirer des conclusions avec une certaine marge de sécurité.

On constate que la région des Savanes est plus productive que celle de Kara, que partout il y a eu réponse aux apports de phosphates dès la première année. Le phosphate soluble arrive toujours en tête, mais le phosphate partiellement attaqué lui est équivalent dans 3 cas sur 6. Le phosphate brut est toujours inférieur au phosphate soluble et au phosphate partiellement attaqué sauf 1 cas où il lui est équivalent.

Pour l'ensemble des trois années, les coefficients d'efficacité par rapport au phosphate soluble sont de 53 % pour le phosphate naturel et de 80 % pour le phosphate partiellement attaqué.

Effet résiduel sur vivrier

Il a été prévu de suivre sur les blocs coton fertilisés l'effet résiduel sur vivriers non fumés. Malheureusement, pour des raisons de contrainte matérielle, seuls 5 résultats ont pu être recueillis en 1984 et aucun en 1985.

Voici la moyenne des rendements en 1984 :

T ₁ - Témoin	418 Kg/ha Sorgho grain
T ₂ - P soluble	615
T ₃ - P naturel	593
T ₄ - P part. att.	578

L'essai n'est pas significatif, le CV est élevé (34 %) pour les différences entre traitements assez faibles. On note cependant qu'arithmétiquement, les résultats des traitements avec phosphates sont supérieurs au témoin.

Le problème de l'arrière effet sur vivriers de la fumure sur coton est important et parfois controversé ; il faudrait recueillir plus de données pour pouvoir tirer des conclusions.

Il est donc souhaitable qu'en 1986, des moyens appropriés puissent être mis en oeuvre pour suivre les derniers effets résiduels de la rotation.

2.6. Résultats des essais SOTOCO

La SOTOCO a fait un effort important par le nombre des points d'essais, mais surtout par la gamme des cultures couvertes.

Les résultats sont rassemblés dans le Tableau 6 pour les céréales et le Tableau 7 pour l'arachide et le coton.

Les coefficients de variation sont sensiblement plus élevés, malgré tout, les traitements sont significatifs dans 18 cas sur 20. Les traitements avec phosphates se discriminent peu : le phosphate partiellement attaqué est équivalent au P soluble dans 17 cas sur 18 et au P naturel dans 15 cas sur 18.

Le calcul des moyennes pondérées des coefficients d'efficacité par rapport au P soluble donne les résultats suivants :

	Sorgho	Maïs	Arachide	Coton
P naturel	54 %	73 %	87 %	72 %
P part. att.	78 %	94 %	88 %	95 %

2.7. Conclusion partielle

Ces essais agronomiques représentent un travail considérable, et une somme de connaissances et d'expériences très précieuses ; en effet, la pratique des essais en milieu paysan n'est pas simple, les équipes ont appris avec le temps à surmonter les difficultés, les dérives, les erreurs du début. Il est tout à fait légitime de reconnaître leurs efforts et de les apprécier à leur juste valeur.

Les résultats sont suffisamment nombreux et concordants pour permettre de tirer les indications suivantes :

- les sols des régions de Savanes et de Kara sont généralement carencés en phosphore, ce qui confirme les constatations antérieures ;

- tous les phosphates marquent dès la première année, à des degrés différents ;

- le maïs répond bien aux engrais phosphatés, l'arachide et le coton assez bien, le sorgho moyennement ;

- le phosphate naturel brut est équivalent au P soluble, en moyenne à 60 % ;

- le phosphate partiellement attaqué est équivalent au P soluble, en moyenne à 85 %. Il a un usage plus général que le P naturel brut, il est moins dépendant du milieu et des cultures et son comportement se rapproche de celui du P soluble.

Compte tenu de ces résultats, il est possible d'envisager l'étape suivante : établir un bilan économique et l'étude de faisabilité.

TABLEAU 6

SOTOCO - ESSAIS PHOSPHATES EN MILIEU PAYSAN

CEREALES : RENDEMENTS EN KG/HA

ANNEES	1983				1984				1985			
Régions	Savanes		Kara		Savanes		Kara		Savanes		Kara	
Cultures	Maïs	Sorgho	Maïs	Sorgho	Maïs	Sorgho	Maïs	Sorgho	Maïs	Sorgho	Maïs	Sorgho
T1 - Témoins	698 b	515	307 b	268 c	495 b	341 c	306 c	484 b	751 b	411 b	381 b	541
T2 - P Soluble	1 318 a	728	670 a	391 a	1 392 a	746 a	863 a	841 a	1 749 a	879 a	837 a	999
T3 - P naturel	986 ab	685	600 a	323 b	1 136 a	538 b	653 b	689 a	1 743 a	721 a	1 267 a	734
T4 - P part. attaqué	1 006 ab	727	741 a	398 a	1 123 a	536 b	931 a	696 a	1 751 a	822 a	1 081 a	871
Nombre de points d'essais	8	8	13	7	8	6	9	5	9	8	9	5
Moyenne générale	1 002	664	579	345	1 037	540	688	678	1 498	708	891	786
C.V. %	28	24	43	12	24	25	25	17	26	26	40	24
E.T.M.	87	57	65	18	76	45	48	48	117	61	96	97
Signification	S	N.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	N.S.

TABLEAU 7

SOTOCO - ESSAIS PHOSPHATES EN MILIEU PAYSAN

ARACHIDE ET COTON : RENDEMENTS EN KG/HA

ANNEES	1983		1984		1985			
Régions	Savanes	Kara	Savanes	Kara	Savanes		Kara	
Cultures	Arachide	Coton	Arachide	Coton	Arachide	Coton	Arachide	Coton
T1 - Témoins	929 b	494 c	544 b	553 b	802 b	434 b	460 b	393 b
T2 - P Soluble	1 220 a	884 a	776 a	998 a	1 249 a	890 a	727 a	783 a
T3 - P Naturel	1 238 a	739 b	782 a	887 a	1 203 a	812 a	574 ab	669 a
T4 - P prat. attaqué	1 274 a	879 a	771 a	986 a	1 073 a	881 a	610 ab	724 a
Nombre de points d'essais	17	17	15	16	15	15	12	14
Moyenne générale	1 165	749	718	856	1 082	754	593	642
C.V. %	23	22	25	18	22	29	27	25
E.T.M.	65	40	47	38	62	57	46	44
Signification	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	S	H.S.

III EXTENSION DES ESSAIS

Compte tenu des résultats encourageants obtenus dans les deux régions du Nord, Savanes et Kara, et du souci des Autorités de couvrir l'ensemble du pays, il est prévu d'étendre l'expérimentation aux trois autres régions : Centrale, Plateaux et Maritime.

Le financement de l'IMPHOS (Institut Mondial des Phosphates) couvre trois années (1986-87-88) d'essais en stations et en milieu paysan.

Instruit par l'expérience, trois changements sont apportés au nouveau protocole :

- pour évaluer la carence en P, un témoin sans P mais avec un complément NKS est ajouté ;
- les sols des régions du Sud sont réputés peu acides, il serait intéressant de tester un phosphate partiellement attaqué plus performant à 14 % de P_2O_5 soluble dans l'eau ;
- les blocs dispersés en milieu paysan comportent deux répétitions, pour permettre l'analyse de variance dans de meilleures conditions.

L'ensemble des essais sera placé sous la responsabilité de M. SARAGONI.

3.1. Traitements

6 traitements sont prévus aussi bien en stations qu'en milieu paysan :

T₀ : Témoin absolu sans engrais
 T₁ : Témoin sans P avec NKS
 T₂ : Fumure complète avec un P soluble
 T₃ : " " " " P naturel brut
 T₄ : " " " " P part. attaqué à 61 % sulfurique
 T₅ : " " " " " " " " à 68 % mixte
 sulfurique et phosphorique (voir Tableau 1).

Le maïs est retenu comme plante test pour tous les essais avec une fumure annuelle de 60 unités de N, 30 de P_2O_5 , 30 de K_2O et 10 de S.

3.2. Essais en stations

2 essais par région soit $2 \times 3 = 6$ essais au total, sont disposés en blocs randomisés avec 6 répétitions :

Région maritime

- Ativémé, station DRA, sol ferrugineux tropical peu évolué à engorgement temporaire ;
- Davié, station IRAT, sol ferrallitique dit "Terres de Barre".

Région des Plateaux

- Dayes, nouveau point d'essai IRAT, sol ferrallitique en place sur quartzite, à 800 m d'altitude ;

- Notsé, station DRA/PDRN, sol ferrugineux tropical.

Région Centrale

- Sotouboua, centre GTZ, sol vertique
- Kazaboua, centre GTZ, sol ferrugineux tropical.

3.3. Essais en milieu paysan

10 essais par région, soit $10 \times 3 = 30$ essais, sont disposés en blocs dispersés avec 2 répétitions.

Région maritime

- 8 essais sur terres de Barre non dégradées et dégradées, aux environs de Tsévié, Agbomedji, Hahotoe, Dagbati ;

- 2 essais sur sol ferrugineux tropical près de Ativémé.

Région des Plateaux

- 8 essais sur sol ferrugineux tropical dans la région de Notsé, SRCC, SOTOCO ;

- 2 essais sur sol ferrallitique près de Dayes.

Région Centrale

- 8 essais sur sol ferrugineux tropical dans la région de Bafilo, Tchamba, Centres DRDR ;

- 2 essais sur sol vertique près de Sotouboua.

IV APPUI ANALYTIQUE, RELATION AVEC L'INS

L'une des vocations de la Direction de la Recherche Agronomique est de s'occuper des essais, en stations et en milieu paysan. Par ses contacts avec le terrain, les Sociétés de Développement, les Directions Régionales de Développement, les paysans, elle est bien placée pour connaître les problèmes et tenter d'y apporter des solutions appropriées. Il faut donc lui reconnaître cette attribution et renforcer ses actions dans toute la mesure du possible.

Par contre, la DRA ne dispose pas encore des moyens suffisants en personnel et matériel pour entreprendre seule des recherches de connaissance finalisée portant sur la compréhension des mécanismes permettant d'expliquer ces résultats expérimentaux et de leur donner une portée d'application sur l'ensemble du territoire.

C'est ainsi que, dans l'expérimentation phosphate naturel brut et partiellement attaqué où la DRA et les organismes associés disposent de très nombreux résultats expérimentaux, il serait intéressant de préciser les facteurs et les conditions du milieu qui déterminent l'efficacité de ces produits fertilisants :

1° Caractérisation des facteurs propres à la dynamique du phosphore dans les principaux sols du TOGO : quantité, intensité, cinétique, capacité, fixation réversible et irréversible ;

2° L'acidité du sol : ses composantes, rôle de l'aluminium, rôle de la matière organique ;

3° Influence du complexe absorbant, et notamment du calcium échangeable ;

4° Rôle des facteurs climatiques, température, pluviosité, humidité du sol, sur la vitesse de solubilisation des phosphates ;

5° Etude des interactions, formes de phosphates (phosphates pulvérulents et granulés à différentes tailles, devenir à long terme des apports P) et type de sol ;

6° Analyse de l'effet starter des phosphates partiellement attaqués sur l'enracinement, de quelques cultures prioritaires et de sa capacité d'interception des ions phosphates solubilisés ;

Il s'agit donc non seulement d'analyses de sols et de plantes mais d'un programme de recherche motivant sur le plan scientifique et fécond sur le plan des applications.

A notre avis, l'Institut National des Sols, par sa vocation de recherche de base, ses équipements, la qualification de ses chercheurs, est bien placé pour prendre en charge cet ensemble d'opérations de recherche qui, en complément du volet expérimental, dirigé par la DRA, constituerait les deux piliers d'un programme "valorisation agricole des phosphates du TOGO" auquel le CIRAD et ses partenaires (TIMAC, IMPHOS...) continuera d'apporter une contribution significative en matière de conception, d'appui sur le terrain, de renfort analytique éventuel, et d'interprétation globale des résultats acquis.

Dans cette perspective, il n'apparaît pas opportun que l'INS réalise des essais agronomiques déjà couverts par la DRA.

V RECOMMANDATIONS

Au terme de ce tour d'horizon, et dans le but de mieux valoriser les investissements déjà consentis et les bons résultats déjà obtenus, je voudrais suggérer les recommandations suivantes :

- Terminer les rotations prévues en 1986 (voir Tableau 3), surtout l'effet résiduel sur vivrier de la fumure sur coton ;

- Négocier avec l'INS pour réaliser un programme de recherche d'appui scientifique qui donnerait plus d'ampleur aux résultats agronomiques et qui éviterait des doubles emplois dommageables pour le pays ;

- Faire la synthèse générale des résultats obtenus, réunir tous les éléments nécessaires pour établir un bilan économique et une étude de faisabilité sur la base de la consommation actuelle des engrais au TOGO en vue d'une substitution du phosphate partiellement attaqué au phosphate soluble dans les formules de fumures vulgarisées.
